中華農業研究（Jour. agric. Res. China）31(3)：209～214（1982）

檬果開花期間溫度對枝條生育之影響[1]

歐 錫 坤[2]

摘要：盆栽 3 年生愛文檬果枝條於花期去頂後，葉腋側芽可分化成正常的花序、混合花序與新梢等三種類型。在溫室高溫生長下（21.9 °C）新梢出現的機會較高；在戶外自然生長下（18.6°C），正常花序出現率較高。

盆栽 2 年生海頓檬果在花期新梢葉腋之花序，於生長箱日／夜溫 17/10 °C 之條件下，生殖生長漸趨旺盛，新梢上葉腋小花序漸漸擴張，葉片陸續脫落而轉變成正常花序。在 32/25 °C 的生長條件下，則營養生長漸趨旺盛，新梢上葉腋的小花序漸漸萎縮脫落，而轉變成新梢。

本省有關檬果開花不結果造成減產的因素很多，可歸納爲：氣溫反常、花期病害、風雨不調、樹體營養失調 (2)；植株生長衰弱與藥害影響等 (3)。

在檬果栽培諸多氣候因子中，Singh 氏認爲溫度是控制檬果生長過程中最重要的因子，檬果生長溫度最低可忍受4.4～10°C，最高爲42.2～43.3 °C (7)，而 Woodrow氏(參閱 L. B. Singh, 1960) 認爲23.9～26.7 °C 最適宜檬果生長。本文利用盆栽檬果爲材料連續 2 年探討開花期間溫度對枝條開花之影響，以期瞭解溫度對開花不結果是否有影響。

材料與方法

一、3 年生愛文盆栽檬果苗爲試驗材料，一般例行栽培管理方法詳見前文「溫度對檬果新梢開花結果之影響」(4)。分成溫室、戶外二組，於 70 年 1 月 16 日將每盆供試果樹之枝條頂梢剪去 3～5 公分，即枝梢長度的 ⅓ 左右，戶外一組 12 盆共計去頂 55 個枝條，溫室 12 盆去頂 59 個枝條，使其達同期狀態以供試驗比較。試驗期間每隔 7 天調査 1 次枝梢去頂後側芽所萌發的數目、長度及其開花率，並記錄試驗期間溫室、戶外每天的溫度變化情形。

二、由 69 年與 70 年連續兩年的盆栽溫度試驗，發現檬果於 12 月～ 1 月間所萌發的新梢，因溫度高低之不同，可分化成花序（生殖生長）與新梢（營養生長）。爲進一步證明此一結果，復於 71 年 1 月 16 日進行生長箱試驗。

依據 69 年（戶外11.9～18.8°C）(4) 與 70 年（戶外15.3～23.3°C）兩年開花試驗期間的溫度記錄分析，不論溫室與戶外之生長條件下，其花期主要溫度範圍皆於 10～30 °C 之間，最高溫與最低溫之平均差距爲 6.9～8 °C，故試驗設計取其頭尾兩端的溫度分布，即擬定白天 17 °C 晚上 10 °C（17/10 °C）與白天 32 °C 晚上 25°C（32/25°C）兩種高低溫度處理，將 2 年生的盆栽海頓檬果取出 20盆，供試盆栽其枝條所萌發之新梢（包括紅銅色的新葉片，與葉腋剛凸起之小花序）長度爲1.6～18.7 公分，將其分爲二組，一組10盆計有 29 個枝條，新梢平均 5.2 公分，置於 17/10 °C 的生長箱內；另一組 25 個枝條，新梢平均長 6.4 公分，置於 32/25°C 的生長箱內，進行試驗比較。

1.臺灣省農業試驗所　研究報告第 1056 號，本文承本所園藝系主任林學正博士、曹幸之博士與臺灣大學園藝系鄭正勇教授指導斧正，謹此申謝。

2.本所園藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

結 果

一、枝條去頂後不同溫度對花序萌發的影響

試驗進行 14 天後，放置於溫室的盆栽去頂枝條，側芽大量凸起萌發，其側芽萌發數高者達 12 個，長度最長達 0.9 公分；此時放置戶外處理之枝條，側芽萌發最多僅 7 個，長度只 0.3 公分爲最長，多半只是側芽稍爲凸起而已。於試驗期間側芽之數目與長度詳見表 1，側芽萌發數以戶外處理後35天爲最高可達 8.29 個，隨着花序的伸長，有些凸起的側芽會停止生長，失去成爲新梢的機會，因此其數目呈先增後減的現象。而萌發速度以溫室處理爲快，於 28 天後萌發數就達最高（7.0個）。其側芽生長長度，溫室植株於處理後 49 天已漸達高峯（21.0 公分），約爲同時期戶外處理（7.9 公分）的 3 倍。

表 1. 不同溫度處理對去頂後愛文檬果枝條生育之影響

Table 1. The temperature effect on growth and development of decapitated Irwin mango shoots.

處理 treatment / 調查項目 Items / 處理後之天數[a] Days after treatment	戶外（最高／最低溫度 23.3/15.3 °C）Outdoors (max/min temp 23.3/15.3°C)		溫室（最高／最低溫度 29.0/17.6°C）Greenhouse (max/min temp 29.0/17.6°C)	
	數 目（個）Number	長度（公分）Length (cm)	數 目（個）Number	長度（公分）Length (cm)
14	2.3	0.06	5.8	0.37
21	5.4	0.36	6.8	1.55
28	6.4	0.66	7.0	3.06
35	8.3	1.91	6.5	9.44
42	8.1	3.77	5.9	17.16
49	8.0	7.97	5.9	21.04
56	7.9	15.63	5.8	22.24
63	7.4	21.42	5.8	22.75
70	7.0	22.98	5.7	22.39

a： 試驗期間爲70年 1 月16日至 3 月25日。

Experimental period was from January16, 1981 to March 25, 1981.

b：戶外係12盆植株55個枝條之平均值；溫室係12盆植株59個枝條之平均值。

Average of 55 shoots from 12 potted plants in outdoors and 59 shoots in greenhouse.

據調查結果枝條去頂後側芽所萌發的新梢可分爲 3 種類型，即（1）正常的檬果花序，（2）葉片與花的混合花序，（3）完全葉片的新梢。戶外植株所感受的溫度較溫室植株爲低，55個枝條去頂後第56天總開花率達 95.1%，較溫室植株（59 個枝條）59.9% 高出 35.2%。其中側芽萌發出正常花序者，戶外植株有70.5%較溫室植株高出 34.9%。至於混合花序的出現率，則溫室、戶外植株所占比率大略相等（表 2）。

表2. 溫度對愛文檬果去頂枝條開花率之影響
Table 2. The temperature effect on the percentage of flowering from decapitated Irwin mango shoots

處理 Treatment	正常花序百分率 Percentage of normal panicle	混合花序百分率 Percentage of mixed panicle	總開花率 Total flowering percentage
戶外 Outdoors	70.5	24.6	95.1
溫室 Greenhouse	35.6	24.3	59.9

$$* \text{總開花率}=\frac{\text{正常花序數}+\text{花葉混合花序數}}{\text{去頂後萌發側枝之總數}}$$

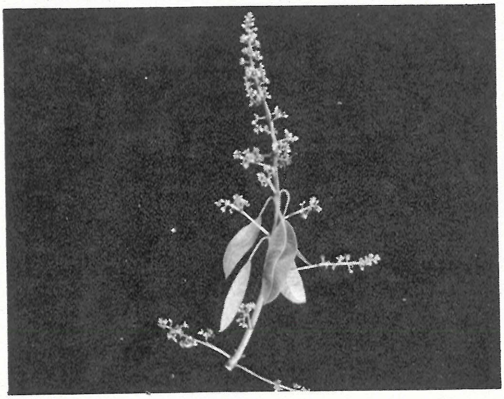
$$*\text{Total flowering percentage}=\frac{\text{number of normal panicle}+\text{number of mixed panicle}}{\text{total number of emerged lateral shoots after decapitation}}$$

表 3. 從1月17日至3月25日之溫度紀錄
Table 3. Temperature records from January 17 to march 25, 1981.

處理 Treatment	平均 Average (°C)	平均 (°C) Mean		累積時數 Accumulative hours					
		最高 Max.	最低 Min.	≦10°C	10<x≦15	15<x≦20	20<x≦25	25<x≦30	>30°C
戶外 Outdoors	18.59	23.33	15.30	48	312	713	458	99	2
溫室 Greenhouse	21.91	29.00	17.59	6	92	536	587	328	83

試驗期間戶外平均溫度 18.6°C 較溫室 21.9°C 低 3.3°C（表3）。而戶外溫度低於 20°C 的累計小時數共計 1073小時占總試驗期間（68天計 1,632 小時）的 65.7%；溫室計有 634 小時占38.8%。兩者相差 439 小時，占試驗期間的 26.9%。此一差異可能是造成去頂枝條側芽萌發數與開花率差異的主要因素。而溫室大於 25°C 的累積小時數計有 411 小時，而戶外只有 101 小時，相差 310 小時占試驗期間的 19.0%，這可能是造成在溫室內生長植株新梢（營養生長）萌發較多的原因。

檬果枝條剪去頂端後所萌發的新梢中，不論是溫室、戶外處理，皆有混合花序產生，各占總開花率的24.3%與24.6%。但是當花盛開時期，戶外處理之混合花序上的葉片有逐漸脫落的現象；而溫室處理者則是混合花序上的小花序有逐漸萎縮脫落，至最後花序完全變成長滿葉片的新梢（圖1）。



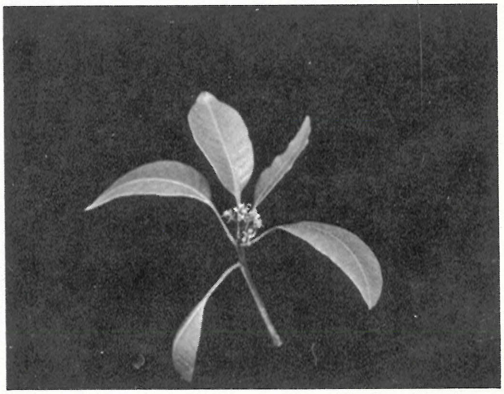


圖1：溫度對愛文檬果混合花序生育之影響。左圖：戶外植株混合花序上的葉片陸續脫落。右圖：溫室植株混合花序上的小花序逐漸萎縮脫落，最後轉變成葉梢。

Fig. 1. The temperature effect on growth and development of Irwin's mixed panicle. (Left): Potted plant grown outdoors, showed gradually declined leaves on panicle. (Right): Potted plant grown in greenhouse, showed degenerated inflorescence becoming leafy shoot.

二、開花期間不同溫度對枝條生育之反應

供試盆栽在低溫（17/10 °C）與高溫（32/25 °C）的定溫生長下，其新梢生長速率相差很大（表 3），高溫生長下於試驗後第 25 天混合花序長達 26.9公分，而低溫生長下僅 8.2公分，須至第 55 天混合花序長才達 25.9 公分；而花序之寬度高溫下於 35 天後最寬為 21.4 公分；而低溫者至第 60 天，寬度才達 13.4 公分，見表 4。高溫生長下，花序於 30～35 天之間達盛開狀態，隨後花序上的小花驟然凋謝，僅有少數於末端着果；其花序側枝數也由 46.2 個頓減至 13.1 個；此時低溫生長之植株，花序則呈穩定地發育成長（31.2～35.8 個），見圖 2。

表4. 生長箱內不同溫度對海頓樣果花序生長之影響

Table 4. The temperature effect on the mixed panicle growth of Haden mango grown in growth chamber.

調查項目 Items ／ 處理 Treatment ／ 處理後天數* days after treatment	白天／晚上溫度 Day/night temp. 17/10 °C			白天／晚上溫度 Day night temp. 32/25°C		
	混合花序長×寬 Length × width of mixed panicle (cm)	混合花序側枝數 Lateral branches number of mixed panicle	混合花序側枝脫落率 Lateral branch wilted percentage of mixed panicle	混合花序長×寬 Length × width of mixed panicle (cm)	混合花序側枝數 Lateral branches number of mixed panicle	混合花序側枝脫落率 Lateral branch wilted percentage of mixed panicle
0	5.2× —	—	0	6.4× —	—	0
20	6.1× 1.6	11.6	0	9.8× 3.0	15.2	0
25	8.2× 2.4	17.1	0	26.9×10.6	40.2	4
30	11.1× 3.4	20.4	3.4	34.6×16.0	46.8	4
35	13.5× 4.8	31.2	3.4	35.7×21.4	46.2	4
40	17.4× 7.2	35.8	6.8	35.3×13.2	13.1	12
45	20.5× 9.4	37.9	6.8	35.6× 8.4	7	44
50	23.8×12.0	43.7	6.8	35.8× 6.0	5.4	44
55	25.9×12.8	48.3	6.8	35.0× 6.0	4.4	48
60	28.2×13.4	51.0	6.8	34.7× 4.8	2.8	68

*：試驗期間為71年 1 月16日至 3 月17日。
*：Experimental period was from January 16, 1982 to March 17, 1982.

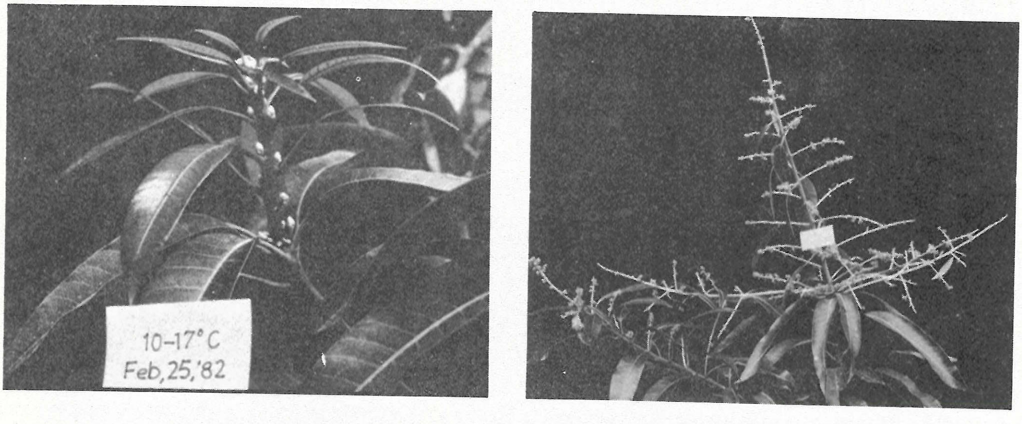


圖 2：生長箱內，不同溫度對海頓樣果花序生長之影響（處理後第45天，71年 2 月25日攝）。左圖：17/10 °C 生長下葉腋之小花序逐漸伸展，最後變成圓錐花序的側枝。右圖：32/25 °C 生長下花序上的小花約同時開放，並驟然凋謝。

Fig. 2. The temperature effect on inflorescence growth of Haden mango. (Left) : Under temperature of 17/10 °C, tiny flower buds arose in the axils of leaves. These buds gradually developed and gave rise to the branches of the panicle. (Right) : 32/25°C flowers on the panicle opened at the same time, and wilted abruptly.

討論

一、由試驗1的結果發現枝條去頂後約35天在戶外自然生長環境下，就可看見側芽萌出花序來；而溫室稍高溫的生長環境下21天就可看見花序。在商業性栽培上對於花序受到低溫凍害或因罹病嚴重，花序無着果時，可立刻採取挽救措施進行「去頂」。據1974, R. N. Singh等人之研究檬果去頂後尙可使着果率提高7～50倍[8]；且可使花期延後3星期[1]。

在溫室高溫（平均21.9°C）生長環境下，總開花率僅59.9%（見表2），其中40.1%是由枝條去頂後，葉腋側芽分化爲新梢的；而戶外較低溫度（平均18.6°C）生長下，葉腋側芽僅有4.9%分化成新梢，此差異可能是戶外生長下低於20°C以下的累計小時數較多所致。依R. N. Singh等人的試驗，在花期每隔14天去頂1次，至2月中旬以後，開花枝條的百分率會降低[8]。又Reece等人認爲花期將頂芽去掉，在枝條末端的側芽會產生花序，但有時也會產生營養梢[6]。據本試驗之觀察，檬果開芽花時期溫度的高低對去頂後葉腋側分化成花序（生殖生長）或新梢(營養生長)有決定性的影響作用。

在本盆栽試驗中不論戶外或溫室皆有混合花序產生，且溫室處理者混合花序上小花逐漸萎縮脫落，到最後混合花序上全部長滿了葉片而成新梢，依植物解剖的觀點而言，花是葉或枝梢的變態[5]，而花葉互變據試驗結果推斷是有其臨界溫度存在的。這一論點值得更進一步證明。

二、由表4結果顯示在生長箱高溫32/25°C生長下，於試驗後40天（2月25日），花序上側枝數已大量脫落（46.2枝降至13.1枝），且又小果出現在末端（1～10個／花序，戶外正常花序可結343個／花序），花期告一段落；而此時低溫處理17/10°C之花序長17.4公分，花序側枝數35.8枝，直至處理後第60天搬出生長箱時，花序還是穩定地擴張，當花序還在擴張有的花早已開放完畢，並着小果（第55天）。R. N. Singh[7]認爲提高溫度可加速花期與花的開裂，不正常的氣候情況則會延遲花期與花的開裂。可見溫度的高低對檬果花期的長短是影響很大的。溫度低則花期愈長，溫度高則花期短。

在盆栽海頓檬果混合花序上，當生殖生長旺盛時，則花序上的葉片會逐漸脫落而成正常之花序；當營養生長旺盛時，則花序上的小花序會有萎縮現象而使花序轉變成新梢如圖3。而且據觀察結果發現，花葉混合之小花序，皆在照光面出現，在背光面的葉腋側芽則保持靜止狀態（見圖4）。可見檬果花期新梢腋芽分化成花序與光强是有關係的。

圖3：在32/25°C生長箱內，營養生長漸趨旺盛，側花序逐漸萎縮脫落，轉變成新梢。

Fig. 3. Under temperatures of 32/25°C, the vegetative growth became profusely, while the panicle degenerated gradually, and converted into new shoots.

圖4：在32/25°C生長箱內，花序多半出現在照光的一面，背光面較少。

Fig. 4. Under temperatures of 32/25°C more inflorescence appeared at the side facing the light.

日／夜溫爲 32/25 °C 生長下，花序所結之果實發育至 2.1×1.1 公分就呈現脫落現象，由落果剖面，可看見胚呈一小黑點，沒有發育的現象。Oppenheimer（參閱 L. B. Singh, 1960）在巴勒斯坦發現當溫度高達 44 °C ，濕度 15% 時，多數小果會有脫落現象；少數殘存者雖能發育，但皆不會有種子之形成。可見高溫與種子生成之有無，值得深入研究。

結論

由本試驗結果認爲花期溫度高低對檬果枝條之生殖或營養生長影響很大；且溫度對檬果開花、着果與種子發育等一連串過程值得深入研究，因爲只要其中某一步驟發生偏差，皆會影響檬果產量之高低。

引用文獻

1.沈再木、黃弼臣・1980・化學藥品及剪除花穗對檬果花期調節及結果之反應。中國園藝 26(2,3)：61～70。

2.范念慈・1980・本省檬果生產現況與前瞻。果農合作 388：8～9。

3.張振宙、陳吉雄、樊莉莉・1979・玉井檬果結果不良原因之調查。中國園藝 25(4)：140～150。

4.歐錫坤・1980・溫度對檬果新梢開花結果之影響。中華農業研究 29(4)：301～308。

5.蔡淑華・1975・植物解剖學。pp. 256。

6. Reese, P. C., J. R. Furr, and W. C. Cooper. 1946. The inhibiting effect of the terminal bud on flower formation in the auxiliary buds of the "Haden" mango (*Mangifra indica L.*). Amer J. of Bot. 33 : 209-210.

7. Singh, L. B. 1960. The mango. Leonard Hill Books Limited, London.

8. Singh, R. N., P. K. Majumder, D. K. Sharma, G. C. Sinha,and P. C. Bose. 1974. Effect of deblosoming on the productivity of mango. Scientia Horticulturae 2 : 366-403.

Temperature Effect on Differential Shoot Development of Mango during Flowering Period [1]

Shyi-Kuan Ou [2]

Summary

During flowering period, the decapitated 3yr old potted Irwin mango showed three types of growth in axil—normal flower inflorescence, mixed Panicle and new shoots. High rate of new shoots appeared under high temperature (21.9°C) in greenhouse, and normal flower inflorescence predominated under lower temperature (18.6 °C) outdoors.

Controlled growth chamber study showed that potted Haden mango under 17/10 °C had prosperous reproductive growth, with expanding inflorescence branch, and gradually declined leaves on panicle. Whereas, under 32/25°C, it showed more active vegetative growth, with inflorescence degenerated and new shoots developed instead.

1. Contribution No. 1056 from the Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Horticulturist, Department of Horticulture, TARI, Wu-feng, Taichung Hsien, Taiwan 431, R. O. C.